

图表细说电工技术丛书

图表细说

物业电工应知应会

杨清德 林安全 主编

以电工“应知应会”为主线
多用图·表·口诀讲解
对关键点“指点迷津”
用“知识窗”扩大视野



化学工业出版社



图表细说电工技术丛书

图表细说

物业电工应知应会

杨清德 林安全 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

图表细说物业电工应知应会/杨清德, 林安全主编. —北京:
化学工业出版社, 2013. 1
(图表细说电工技术丛书)
ISBN 978-7-122-15827-7

I. ①图… II. ①杨… ②林… III. ①建筑安装-电工技术-
图解 IV. ①TU85-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 267000 号

责任编辑: 李军亮
责任校对: 周梦华

文字编辑: 云 雷
装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 16½ 字数 360 千字 2013 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 49.00 元

版权所有 违者必究

前言

电工，顾名思义就是与“电”打交道的工作人员，即从事电气设备、电气元件及电气线路的安装、调试、运行、维护、检修、试验等工作的劳动者。电工不是一个简单的职业，也不是一个普通的工种，电工工作更不是一般的体力劳动，而是一个复杂的、技术性要求极高的、脑力和体力都要用到的、保证电气系统安全运行的崇高的职业。随着社会的发展和电工技术的进步，“电工”已经渗透到了国民经济的多个领域，大到加工制造、电气自动化控制，小到社区物业管理、居室装修、生活照明、电器使用等，都离不开电工。

电工技术是一门知识性、实践性和专业性都比较强的实用技术。电工技术更新较快，按照国家有关规定，电工“应知”的知识和“应会”的技能很多。由于电工从事的具体工作有很多种，我们选择近年来从业人员较多的企业电工、物业电工和装修电工作为普及电工新技术、新工艺的推广对象，编写了“图表细说电工技术”丛书，以适应我国目前正在加快城镇化、工业化建设进程对电工技能人才的大量需求。

本丛书结合近年来电工行业对不同岗位员工的实际需求，将国家职业标准及相关的规定融入到知识与技能中，以“应知”知识和“应会”技能为主线，立足于电工初学者，内容翔实、新颖、实用，多用图、表、口诀来讲解，通俗易懂，以便让文化程度不高的读者也能通过直观、快捷的方式学好电工技术，为今后工作和进一步学习打下基础。书中对内容关键点进行“指点迷津”予以提示；用“知识窗”向读者传递相关的知识、技能要点，以扩大视野，提高可读性。

本丛书包括《图表细说常用电工器件及电路》、《图表细说企业电工应知应会》、《图表细说物业电工应知应会》和《图表细说装修电工应知应会》，共4种。

《图表细说常用电工器件及电路》——详细介绍了各种电工器件的结构、种类、检测及应用，典型及实用电工控制电路的工作原理及应用注意事项。主要内容包括常用电子元器件、常用电力电子元器件、低压电器件、高压电器件、照明电路和电动机控制电路。所选择的电工器件和电路，是各个电工工种应该准确学习和掌握的内容。

《图表细说企业电工应知应会》——将企业常用电气控制系统及设备结构、原理等知识融入到动手操作要点之中，详细介绍了企业电工必备的基础知识和操作技能。主要内容包括电工职业道德及作业安全技术、电工基本操作技能、常用低压电器及应用，常用电动机及控制技术、工业自动控制技术基础、常用电气设备运行与检修和电动机检修技术等。

《图表细说物业电工应知应会》——物业电工的工作性质决定了不仅需要与电气打交道，更需要与用户交流沟通，加强用电管理，以确保物业安全用电和正常用电、各种弱电设备运行正常。主要内容包括物业电工必备电路知识及安全用电知识，物业供配电，电气照明及设备的安装与维护，物业弱电线路的安装与维护，物业安防系统安装与维护 and 物业

电工日常管理与设备维护等。

《图表细说装修电工应知应会》——装修电工异军突起，从业人员很多，着眼于家装电工、兼顾公装电工的工作需要，详细介绍了装修电工必备知识和技能。主要包括电路知识、电气照明知识及安全用电知识，常用电工工具及仪表使用，室内装修电气识图，家装电气施工前期工作，家庭配电线路及设备安装，电气照明及常用电器安装，家装弱电系统安装和家装常用照明控制电路解读等。

本丛书作者团队既有来自于职业院校的高级教师，也有来自于企业的工程师，还有来自于生产一线的技师、高级技师，大家分工合作，编写了这套适合于初学者阅读的丛书。本丛书在编写过程中，吸取了许多书籍的精华，借鉴了众多电气工作者的成功经验，在此向原作者表示真诚的感谢。

《图表细说物业电工应知应会》是本丛书中的一本。本书由杨清德和林安全主编，参加本书编写工作的还有刘宪宇、雷娅、吕正伟、冉洪俊、赵顺洪、杨鸿、胡萍、杨卓荣、余明飞、谭定轩、黎平、成世兵、胡世胜等。

本书适合电工领域从业人员和广大电工技术爱好者学习使用，可作为职业院校电类专业师生的教学参考书。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在不妥之处，敬请各位读者多提意见和建议，盼赐教至 yqd611@163.com，以期再版时修改。

编者

第 1 章 物业电工必备基础

1

- | | | | |
|------------------------|----|-----------------------|----|
| 1.1 直流电路基础知识 | 1 | 1.3.1 物业电工基本安全知识 ... | 21 |
| 1.1.1 电路的组成 | 1 | 1.3.2 漏电保护装置 | 22 |
| 1.1.2 电路的几个重要物理量 | 2 | 1.4 触电预防与急救 | 25 |
| 1.1.3 欧姆定律 | 7 | 1.4.1 触电预防 | 25 |
| 1.1.4 直流电路的应用 | 8 | 1.4.2 触电急救 | 28 |
| 1.2 交流电路基础知识 | 12 | 1.5 防雷与接地装置 | 36 |
| 1.2.1 发电、输电和电能分配 ... | 12 | 1.5.1 防雷装置 | 36 |
| 1.2.2 交流电的三要素 | 14 | 1.5.2 接地装置 | 40 |
| 1.2.3 交流电基础 | 17 | 1.5.3 接地装置设计与安装 | 44 |
| 1.3 物业电工安全常识 | 21 | | |

第 2 章 社区供配电

47

- | | | | |
|------------------------------|----|-------------------------------|----|
| 2.1 社区低压供电系统 | 47 | 2.3.1 设置二次电源的原则 | 67 |
| 2.1.1 社区供电系统简介 | 47 | 2.3.2 发电机组容量的选择 | 68 |
| 2.1.2 社区变配电所(室)的
设置 | 48 | 2.3.3 发电机组安装要求 | 69 |
| 2.1.3 社区变电所(室)配电
设施 | 50 | 2.3.4 发电机组的启动、运行
与停止 | 70 |
| 2.1.4 典型供电网络 | 52 | 2.3.5 发电机组的检查与试验 ... | 71 |
| 2.1.5 社区典型配电系统 | 54 | 2.4 社区低压配电系统保护 | 73 |
| 2.2 社区电力变压器 | 57 | 2.4.1 刀开关 | 73 |
| 2.2.1 社区电力变压器的选用 ... | 57 | 2.4.2 熔断器 | 74 |
| 2.2.2 干式电力变压器 | 59 | 2.4.3 低压断路器 | 76 |
| 2.2.3 油浸式电力变压器 | 60 | 2.4.4 漏电保护器 | 78 |
| 2.2.4 电力变压器的运行与
维护 | 60 | 2.4.5 保护接地 | 79 |
| 2.3 二次电源的设置 | 67 | 2.4.6 保护接零 | 80 |
| | | 2.4.7 漏电保护 | 80 |
| | | 2.5 社区供电系统的管理 | 82 |

2.5.1 社区供电系统管理 简介	82
----------------------------	----

2.5.2 社区变电所值班	82
2.5.3 社区变电所的事故处理	83

第 3 章 电气照明及设备的安装与维护

85

3.1 导线加工与连接	85	3.2.4 在线管中穿线	98
3.1.1 导线绝缘层的剥削	85	3.3 常用电气设备的安装	102
3.1.2 铜芯线的直线连接	86	3.3.1 开关与插座的安装	102
3.1.3 铜芯线的分支连接	88	3.3.2 灯具的安装	110
3.1.4 铜芯线与电气设备的 连接	90	3.3.3 户内配电箱的安装	112
3.1.5 导线接头绝缘层的恢复	91	3.4 路灯及特殊场所照明灯具的 安装	116
3.2 电线管室内敷设	92	3.4.1 高压汞灯的安装	116
3.2.1 PVC 线管敷设工序及 有关规定	92	3.4.2 高压钠灯的安装	119
3.2.2 PVC 管加工	94	3.4.3 特殊场所照明灯具的 安装	122
3.2.3 PVC 管的敷设	97		

第 4 章 社区弱电线路的安装与维护

127

4.1 社区电话系统	127	4.2.6 社区宽带的安装	157
4.1.1 社区电话系统配线 方案	127	4.2.7 社区网络系统的维护	157
4.1.2 住宅楼电话线路敷设	130	4.3 社区电视与广播系统	158
4.1.3 电话机的安装	138	4.3.1 社区电视与广播系统 简介	158
4.1.4 社区电话线路的日常 维修	139	4.3.2 社区有线电视系统 安装	162
4.2 社区网络系统	141	4.3.3 有线电视系统调试	167
4.2.1 社区网络系统简介	141	4.3.4 有线电视系统常见 故障处理	168
4.2.2 社区信息网络系统的 安装	145	4.3.5 社区广播系统安装	169
4.2.3 集线器的安装	148	4.3.6 社区广播系统的调试 与开通	172
4.2.4 室内网络布线	151		
4.2.5 信息模块压接、网线 连接与测试	154		

第 5 章 社区安防系统安装与维护

174

5.1 楼宇可视对讲系统	174	5.1.3 楼宇对讲系统常见 故障检修	188
5.1.1 楼宇对讲系统简介	174	5.2 视频监控系统	190
5.1.2 对讲系统布线与安装	183		

5.2.1 社区视频监控系统简介	190	5.3.1 社区消防系统简介	205
5.2.2 监控系统的安装	196	5.3.2 火灾自动报警系统	206
5.2.3 社区监控系统的日常维护	204	5.3.3 火灾报警系统器材的安装	211
5.3 社区消防系统	205	5.3.4 火灾报警系统调试与维护	215

第 6 章 物业电工日常管理与维护

221

6.1 物业电工工作职责	221	6.3.2 中央空调设备操作管理	231
6.1.1 物业电工岗位工作标准	221	6.3.3 中央空调设备运行管理	233
6.1.2 物业维修电工职责	221	6.3.4 空调设备设施维护保养	235
6.1.3 物业配电电工岗位职责	221	6.4 社区电梯管理与维护	238
6.2 社区供电管理与维护	222	6.4.1 社区楼宇电梯简介	238
6.2.1 社区供电设备管理概述	222	6.4.2 电梯日常检查与维护安全	242
6.2.2 社区供电安全管理	223	6.4.3 电梯的运行管理	245
6.2.3 供电设施的运行管理	224	6.4.4 电梯的维修管理	248
6.2.4 社区供电设备设施的维护管理	226	6.5 社区用电安全管理	252
6.3 社区中央空调的管理与维护	227	6.5.1 社区安全用电制度	252
6.3.1 中央空调简介	227	6.5.2 社区用电检查	253

参考文献

255

第 1 章 物业电工必备基础

1.1 直流电路基础知识

1.1.1 电路的组成

日常生活中有各种形式的电路，如手电筒电路、照明电路、电动机控制电路等，它们都是由元器件按照一定的方式连接起来的。了解电路的组成是安装、检修和调试电路的基础。那么，电路是如何组成的呢？它又有何作用？

最简单的电路一般是由电源、负载、中间环节、控制及保护装置组成，把这 4 个基本部分按照一定的方式连接起来，构成闭合回路，就成为了简单的实用电路。

图 1-1 所示为一种简单的实验电路，它同样由 4 部分组成：电源——干电池，负载——灯泡，中间环节——连接导线，控制及保护装置——开关。

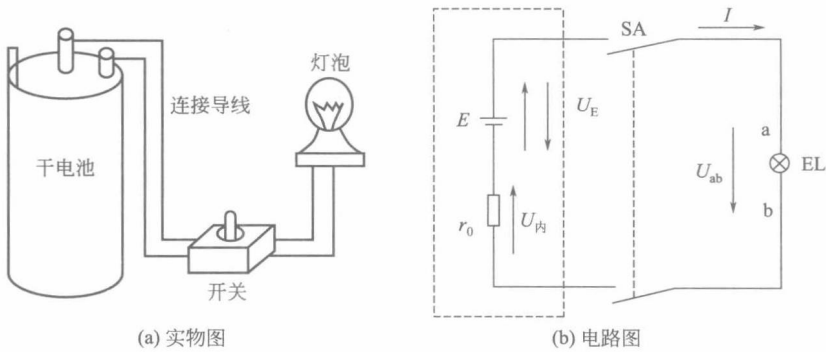


图 1-1 最简单的直流电流

可见，电路是由若干元器件按照一定的规则组合而成的。对电源来讲，负载、连接导线和控制器件及保护装置称为外电路；电源内部的一段电路称为内电路。电路各组成部分既相互独立又彼此联系，任何一个环节出现故障，都会影响整个电路的正常工作。

电路各组成部分的作用见表 1-1。

表 1-1 电路各组成部分的作用

组成部分	作用	举例
电 源	电路中电能的提供者，即将其他形式的能量转化为电能的装置（如图 1-1 中的干电池是将化学能转化为电能）。含有交流电源的电路叫做交流电路，含有直流电源的电路叫做直流电路	蓄电池、发电机等
负 载	即用电装置，其作用是将电源供给的电能转换成所需形式的能量（如灯泡将电能转化为光能和热能）	灯泡、电视机、电炉等用电器
控制及保护 装置	根据负载的需要，控制整个电路的工作状态	开关、熔断器等控制电路工作状态（通/断）的器件和设备
中间环节	使电源与负载形成通路，用于输送和分配电能	各种连接电线



指点迷津

家庭照明电路

如图 1-2 所示为一种常见的家庭照明电路组成实例，它仍然由 4 部分组成：电源——220V 交流电源，负载——灯泡及各种家用电器等，中间环节——进户线、室内线路、电能表、插座等，控制及保护装置——总开关、控制开关和保险盒。

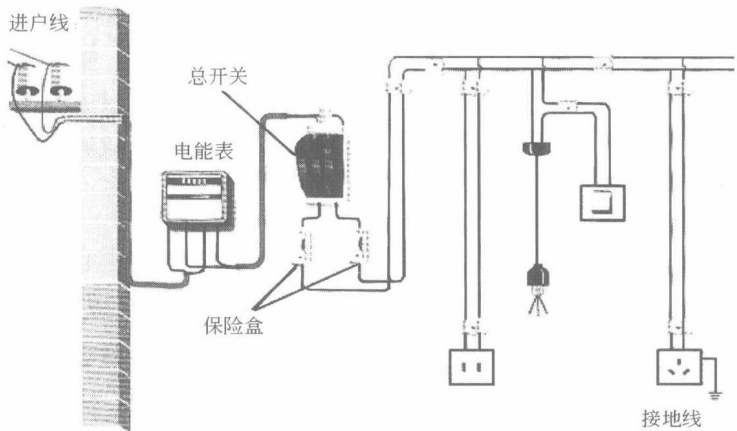


图 1-2 家庭照明电路的组成

1.1.2 电路的几个重要物理量

电学知识比较抽象，确实难于理解。如果我们把电路比喻成水路，则电流、电压、电阻、交流电、直流电、漏电、纹波、电路、电容等概念就很容易理解。把电看成水，则电流相当于水流，电压相当于水压，电阻相当于水流中的障碍物，漏电相当于漏水。电路相当于水路，电容相当于盛水的容器……

(1) 电流

在物理学上，把电荷的定向移动称为电流。电流的方向为正电荷定向运动的方向。在金属导体中，电流的方向与自由电子定向运动方向相反。例如：当手电筒开关打开灯泡发光时，电子从电池负极流出。追寻电子是如何运动的，就形成了一个电流通道，如图 1-3 所示。

电路中有电流通过，常常表现为热、磁、化学效应等物理现象。如灯泡发光、电饭煲发热、扬声器发出声音等。

电流不但有大小，而且有方向。大小和方向都不随时间变化的电流，称为稳恒直流电

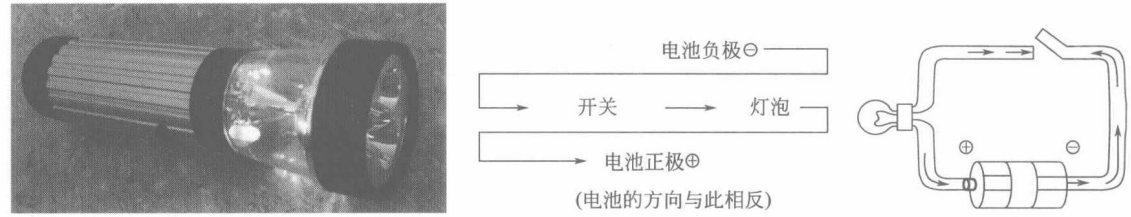


图 1-3 手电筒的工作过程

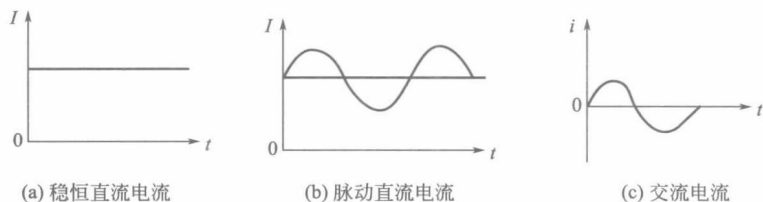


图 1-4 电流与时间关系曲线

流,如图 1-4 (a) 所示;大小随时间做周期性变化但方向不随时间变化的电流称为脉动直流电流,如图 1-4 (b) 所示;大小和方向均随时间作周期性变化的电流,称为交流电流,如图 1-4 (c) 所示。

电流的方向是客观存在的,电流的大小是可计算的。计算电路中电流大小的公式为

$$I = \frac{q}{t}$$

式中, I 为电流,单位为安培 (A); q 为电荷量,单位为库仑 (C); t 为时间,单位为秒 (s)。

电流的常用单位是安培 (A),常用的单位还有毫安 (mA)、微安 (μA)。其换算关系为

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

(2) 电压

我们可以把电的流动比做水的流动,要让水流动需要自然的坡度,如果没有,就要用人工的方法形成落差,以便产生水压。电场力做负功,就是要产生这种落差。在电学中,我们把相当于“水流的东西”称为电流,把“水压”类比为电压,如图 1-5 所示。

一般情况下,物体所带正电荷越多,其电位越高。如果把两个电位不同的带电体用导线连接起来,电位高的带电体中的正电荷便向电位低的那个带电体流去,于是导体中便产生了电流。就如同水会从高处向较低处流一样。在电路中,任意两点之间的电位差,称为该两点间的电压。

电压可分为直流电压和交流电压。电池的电压为直流电压,直流电压用大写字母 U 表示,它是通过化学反应维持电能量的。交流电压是随时间周期变化的电压,用小写字母 u

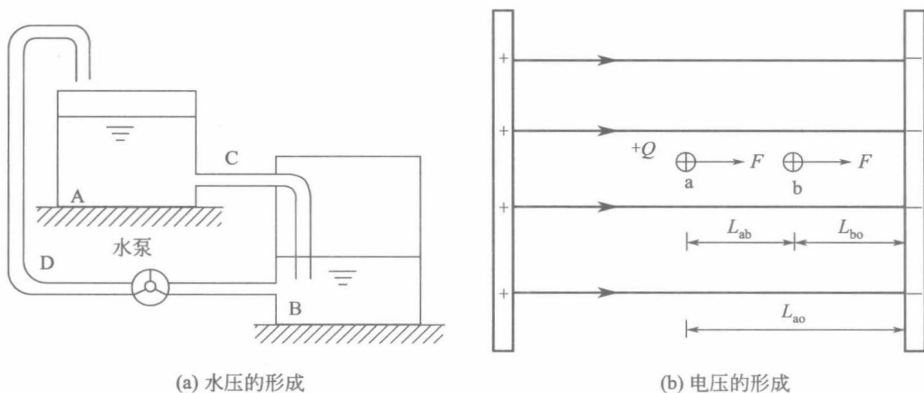


图 1-5 水压和电压的形成

表示,发电厂的电压一般为交流电压。

电压的国际单位制为伏特(V),常用的单位还有毫伏(mV)、微伏(μV)、千伏(kV)等,它们与伏特的换算关系为:

$$1\text{mV}=10^{-3}\text{V}; 1\mu\text{V}=10^{-6}\text{V}; 1\text{kV}=10^3\text{V}$$

在实际应用中提到的电压,一般是指两点之间的电位差,通常是指定电路中某一点作为参考点。在电力工程中,规定以大地作参考点,认为大地的电位等于零。如果没有特别说明,所谓某点的电压,就是指该点与大地之间的电位差。

我国规定标准电压有许多等级。经常接触的有:安全电压12V、36V,民用市电单相电压220V,低压三相电压380V,城乡高压配电电压10kV和35kV,输电电压110kV和220kV,还有长距离超高压输电电压330kV和500kV。

(3) 电阻

河床中的水流遇到石头或险滩,会受到阻碍。同样的道理,电流在导体中也会受到阻碍,因为任何物质都有电阻,当有电流流过时,克服电阻的阻碍作用需要消耗一定的能量。导体对电流(直流)的阻碍作用称为电阻,如图1-6所示的场景形象地表明了电阻对电流的阻碍作用。



图 1-6 设卡捣乱的大灰狼

电阻都有一定的阻值,其阻值代表这个电阻对电流流动阻挡力的大小。1欧姆的物理意义为:施加在某导体两端的电压为1V,产生的电流为1A,则该导体的电阻则为1 Ω 。

电阻的单位是欧姆,简称欧,用字母“ Ω ”表示。电阻的单位除了欧姆外,还有千欧(k Ω),兆欧(M Ω)等。其换算关系为

$$1\Omega=10^{-3}\text{k}\Omega=10^{-6}\text{M}\Omega$$

电阻的主要物理特征是变电能为热能,它在使用的过程中要发出热量,因此电阻是耗能元件。如电灯泡、电饭煲等用电器通电后要发热,这就是因为有电阻的原因。

在温度不变时,金属导体电阻的大小由导体的长度、横截面积和材料的性质等因素决定。它们之间的关系为

$$R=\rho\frac{L}{S}$$

把这个公式叫做电阻定律。式中, ρ 为导体的电阻率,它由电阻材料的性质决定,是反映材料导电性能的物理量,单位为 $\Omega\cdot\text{m}$ (欧·米); L 为导体的长度,单位为m(米); S 为导体的横截面积,单位为 m^2 (米²); R 为导体的电阻,单位为欧(Ω)。

电工在导线与导线、导线与接线柱、插头与插座等连接时，一定要注意接触良好，尽量减小接触电阻，如图 1-7 所示。否则，若接触电阻较大，就会留下“后遗症”，在使用时连接处要发热，容易引起电火灾事故。



图 1-7 导线连接时要尽量减小接触电阻



知识窗

超导现象

金属的电阻随温度的升高而增大，当温度降低时，它的电阻减小。1911 年，荷兰物理学家昂内斯在测定水银在低温下的电阻值时发现，当温度降到 -269°C 左右时，水银的电阻变为零，这种现象叫超导现象。

因为超导体是在很低的温度下才会发生超导现象，目前超导体还不能在常温下应用于实际生产和生活中，只应用于科学实验和高新技术中。如果能应用于实际，会给人类带来很大的好处。举两例如下：

(1) 输电导线利用超导体，可以大大降低输电的电能损耗。

(2) 如果把发电机和电动机的线圈用超导体制成超导线圈，可以使发电机和电动机的质量减小，功率增大，效率提高。

(4) 电功率

电功率是衡量电能转化为其他形式能量快慢的物理量。我们平常说这个灯泡是 40W ，那个灯泡 60W ，电饭煲 750W ，这就是指的电功率。电流在单位时间内所做的功称为电功率，用符号“ P ”表示。

计算电功率的公式为

$$P = \frac{W}{t}$$

式中， W 的单位为焦耳 J ； t 的单位为 s ， P 的单位为 W （瓦特）。

由于用电器的电功率与其电阻有关，电功率的公式还可以写成

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = I^2 R$$

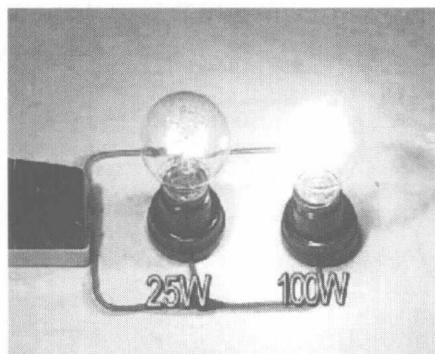


图 1-8 相同电压功率不同的
灯泡发光亮度不同

如图 1-8 所示, 在相同电压下, 并联接入同一电路中的 25W 和 100W 灯泡的发光亮度明显不同, 这是因为 100W 灯泡的功率大, 25W 灯泡的功率小。

我们在日常生活中还有这样的体验, 同一盏灯, 在不同电压的时候发光强度不一样, 这说明电功率与电压有关。

电功率的国际单位为瓦特 (W), 常用的单位还有毫瓦 (mW)、千瓦 (kW), 它们与 W 的换算关系是

$$1\text{mW}=10^{-3}\text{W}$$

$$1\text{kW}=10^3\text{W}$$

(5) 电能

电能是自然界的一种能量形式。各种用电器借助于电能才能正常工作, 用电器工作的过程就是电能转化成其他形式能的过程。

在一段时间内, 电场力所做的功称为电能, 用符号 “W” 表示, 其计算公式为

$$W=Pt$$

式中, W 为电能; P 为电功率; t 为通电时间。

电能的单位是焦耳 (J)。对于电能的单位, 人们常常不用焦耳, 仍用非法定计量单位“度”。焦耳和“度”的换算关系为

$$1\text{度(电)}=1\text{kW}\cdot\text{h}=3.6\times 10^6\text{J}$$

即功率为 1000W 的供能或耗能元件, 在 1h (小时) 的时间内所发出或消耗的电能量为 1 度 (电)。

在生产和生活中, 用电器工作时就要消耗电能, 究竟消耗了多少电能, 可用电能表测量。

电路 (用电器) 消耗电能转化为其他形式能量的过程, 就是电流做功的过程。电能现代社会中已得到广泛应用, 如电流通过灯泡就转化为热能和光能; 电流通过蓄电池会引起化学反应, 电能转化为化学能, 如图 1-9 所示。

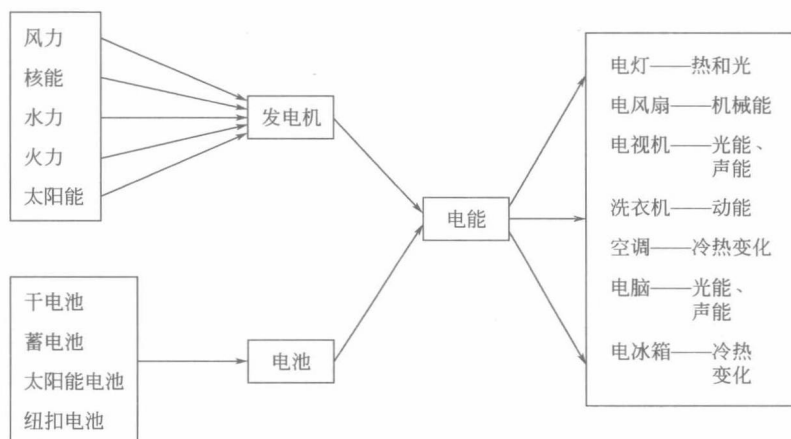


图 1-9 电能现代社会中的广泛应用



指点迷津

▶▶▶ (1) 电流做功的实质是电能转化为其它形式的能的过程。在一个电路中，电源所发出的功率必然等于所有负载吸收的功率。

(2) 要注意电能和电功率的区别。电能是指一段时间内电流所做的功，或者说一段时间内负载消耗的能量；电功率是指单位时间内电流所做的功，或者说是指单位时间内负载消耗的电能。电功率用瓦特表测量，电能用瓦时表（即电能表）来计量。电能和电功率常用的单位分别是 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 和 W (kW)，这是两个不同的概念，不要混淆。

1.1.3 欧姆定律

(1) 部分电路欧姆定律

在实际电路中，电阻与电流和电压之间到底有什么关系呢？初学者常常容易混淆它们之间的关系，如图 1-10 所示的争论就是一个例证。这个问题，还是德国物理学家欧姆解决的。

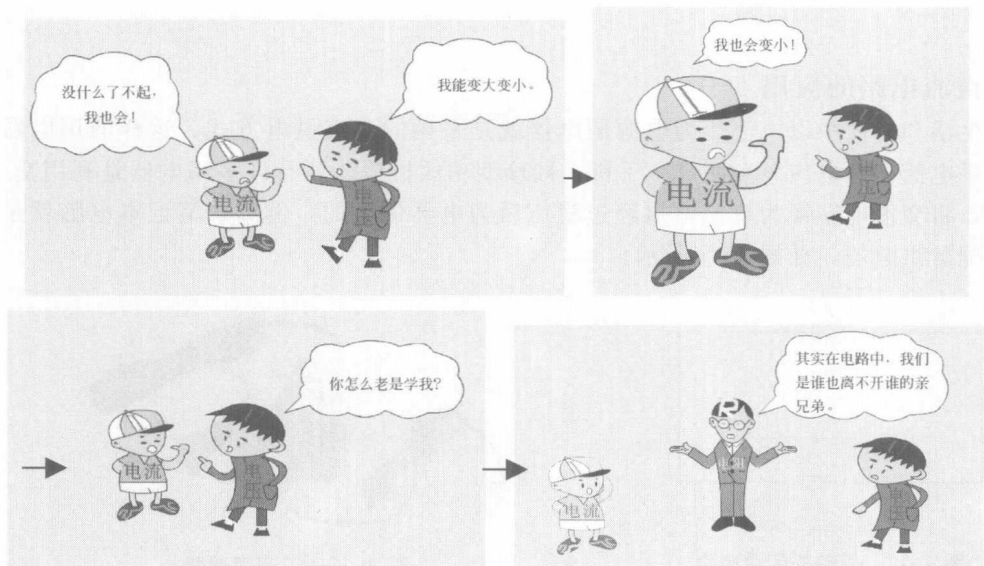


图 1-10 两兄弟的啰嗦事

在一段不包括电源的电路中，导体中的电流与它两端的电压成正比，与导体的电阻成反比，这就是部分电路欧姆定律，其公式为

$$I = \frac{U}{R}$$

式中，电压 U 的单位为 V (伏)，电流 I 的单位为 A (安)，电阻 R 的单位为 Ω (欧)。



指点迷津

▶▶▶ 欧姆定律是电路中最基本的定律，它反映了电流、电压和电阻之间相互联系的规律，可用来解决有关电路的很多实际问题。可用“我 (I) 等于你 (U) 除以他 (R)”的口诀来记忆这个公式。

在电流、电压、电阻这三个物理量中,只要知道其中的任意两个量,就可以求出第三个量。例如,若知道了某段导体两端的电压和通过它的电流,就可以求出这段导体的电阻,这就是通常所谓的伏安法测电阻。

(2) 全电路欧姆定律

由电源和负载组成的闭合电路,叫做全电路,如图 1-11 所示。

在全电路中,电流与电源的电动势成正比,与电路的总电阻成反比,这就是全电路欧姆定律,其表达式为

$$I = \frac{E}{R + r}$$

式中, I 为电路中的电流,单位为安培 (A); E 为电源的电动势,单位为伏特 (V); R 为外电路电阻,单位为欧姆 (Ω); r 为电源内电阻,单位为欧姆 (Ω)。

由全电路欧姆定律可知,当外电路短路时,电阻 R 减小,甚至为零,此时短路电流很大,可以烧毁电源,甚至引起火灾,这就是在电路中为什么必须要设置短路保护装置的原因。

1.1.4 直流电路的应用

日常生活和生产中以电池作为电源的电器就是采用的直流供电方式。这样的用电器很多,例如手电筒、停电应急照明灯、手机、袖珍型功放机等。还有许多用电器是利用交/直流转换器,将交流电转换为直流电再经过稳压后为电器供电的,例如,笔记本电脑就是通过电源适配器供电的,如图 1-12 所示。

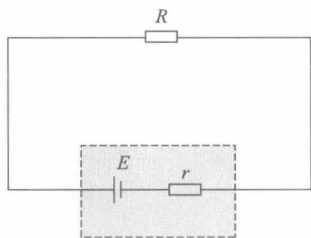


图 1-11 简单的闭合电路



图 1-12 电源适配器

(1) 直流电路的供电方式

① 直流电源供电方式主要分为集中供电方式和分散供电方式两种。

传统的集中供电方式正逐步被分散供电方式所取代。分散供电方式具有可靠性高、经济效益好、承受故障能力强、电源设备配置合理等优点,在楼宇应急照明中应用比较广泛,如图 1-13 所示。

② 直流供电系统的配电方式有低阻配电和高阻配电两种。

a. 低阻配电的汇流排电阻小,相应线路损耗和线路压降小,但当某一负载发生短路事故后,可能使得直流总输出电压发生瞬间的跳变,从而影响其他负载的正常工作甚至损坏。

b. 高阻配电选择线径较细的配电导线,相当于在各分路中接入有一定阻值的限流电阻,克服了低阻配电负载发生短路事故后影响面大的缺点,达到了等效隔离的作用。在实际使用中,高阻配电应注意蓄电池放电终止电压应稍高于常规电压。



图 1-13 楼宇应急照明

③ 直流配电系统的供电方式有二线制供电和三线制供电两种。

a. 直流二线制配电方式是由两根分为正、负极的导线组成，其接线图如图 1-14 (a) 所示。城市无轨电车、矿山牵引机车、地下电气铁道机车等多采用这种配电方式。

b. 直流三线制配电方式是由三根导线组成，其中一根为零线，另外两根导线相对于零线构成正、负极导线，其接线图如图 1-14 (b) 所示。发电厂、变电所、配电所的自用电和二次设备常采用这种配电方式；电解、电镀也采用这种配电方式供电。



图 1-14 直流配电方式

(2) 直流电源的连接方式

在使用电池的设备中因为需要的电压和电流不同，我们不可能只使用单个电池，通常需要将电池单元串联在一起形成更高的电压，或将其并联在一起形成更高的电流。连接方式不同，则通过负载的电压和电流也不相同，下面简要介绍直流电路的几种连接关系。

① 电池串联 n 个相同的电池串联成电池组时（如图 1-15 所示），总电动势 $E_{\text{串}} = nE$ ，总内阻 $r_{\text{串}} = nr$ 。当负载为 R 时，串联电池组输出的总电流 $I = \frac{nE}{R + nr}$ 。

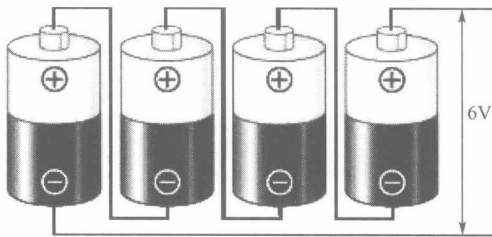


图 1-15 电池串联